第3章　無機化合物の性質（元素別）

第12講　元素別各論

第2章のテーマ別までで触れておらず，入試で問われやすい元素についてのみ，記していく。

1　2族

2族はアルカリ土類金属といい，性質から2つのグループに分けられる。
この2つのグループの性質の違いを徹底しておこう。

	炎色反応	水との反応	水酸化物	硫酸塩
Be・Mg	示さない	冷水と反応しない Be：高温水蒸気 Mg：沸騰水	水に難溶	水に可溶
Be・Mg以外	示す	冷水と反応する	水に可溶	水に難溶

※水酸化カルシウム（消石灰）　$Ca(OH)_2$

水への溶解度は小さく，飽和水溶液を石灰水という。

石灰水に二酸化炭素を通じると白濁（⇒①），さらに通じると無色に戻る（⇒②）。

化学反応式頻出。

① $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$

② $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

※硫酸カルシウム　$CaSO_4$

天然にはセッコウとして産出。

セッコウを加熱すると水和水の一部を失い，焼きセッコウになる。

焼きセッコウを適量の水と練って放置するとセッコウに戻る。（医療用ギプスに利用）

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightleftarrows CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O + \frac{3}{2}H_2O$$

※硫酸バリウム　$BaSO_4$

水に対する溶解度が極めて小さい。X線を遮蔽するため，X線検査の造影剤として使用される。

2　14族(Si)

ケイ素は地殻中に酸素に次いで多く存在する元素(クラーク数：O>Si>Al>Fe)である。

①単体(Si)

共有結合のダイヤモンド型結晶構造。

高純度のものは半導体としての性質をもち，コンピューターなどに利用されている。

しかし，天然には単体で存在しないため，工業的にはケイ砂SiO_2をコークスで還元してつくる。

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$

②二酸化ケイ素(SiO_2)

天然に石英，水晶，ケイ砂(しゃ)の主成分として存在している。

Si原子を中心にして，正四面体の頂点にO原子が存在する3次元網目状構造の共有結合結晶。

化学的に極めて安定なため，ほとんど反応しないが，フッ化水素HFやフッ化水素酸HFaqとは反応する。

HF　$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$

HFaq　$SiO_2 + 6HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$

また，水酸化ナトリウムNaOHや炭酸ナトリウムNa_2CO_3とともに融解すると反応し，ケイ酸ナトリウムNa_2SiO_3が生成する。

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

$$SiO_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

Na_2SiO_3に水を加えて熱すると，無色透明の粘り気の大きな液体である水ガラスが得られる。

水ガラスの水溶液に塩酸を加えると，白色ゲル状のケイ酸が遊離する。

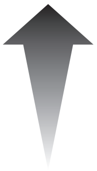
これを乾燥させたものが，多孔質のシリカゲルである。

シリカゲルはヒドロキシ基(−OH)を多くもつため，水素結合により，水やアンモニアを吸着し，乾燥剤や吸着剤として利用されている。

3　17族（ハロゲン）

ハロゲンは反応性が高く，入試でも出題されやすい元素である。

①単体（X_2）

	常温常圧での状態	反応性（酸化力）	水素との反応	水との反応
F_2	気体（淡黄色）		低温暗所でも爆発的	$2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$
Cl_2	気体（黄緑色）		光により爆発的	$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$
Br_2	液体（赤褐色）		加熱触媒で進行	Cl_2と同様の反応が少し進行
I_2	固体（黒紫色）		加熱触媒でわずかに進行	反応しない。よって水に不溶

※酸化力は$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$であるため，

$$2KI + Cl_2 \longrightarrow I_2 + 2KCl$$

の反応は進行するが，逆反応は進行しない。

※I_2は水には溶けないがヨウ化カリウム水溶液には溶けて褐色になる。

$$I_2 + KI \longrightarrow KI_3$$

②ハロゲン化水素（HX）

いずれも無色，刺激臭の気体。水によく溶け，水溶液は酸性を示す。

水溶液ではハロゲン化水素の名称に『酸』を付ける。

例　フッ化水素HFの水溶液⇒フッ化水素酸

　　塩化水素HClの水溶液⇒塩酸（塩化水素酸の略）

※HFは水素結合を形成しているため，他のハロゲン化水素とは違った性質を示す。

- 分子量は最小だが，沸点は高い
- 弱酸である　（他は強酸）
- ガラス（SiO_2）と反応⇒ポリエチレン容器保存　［第3章2②（前ページ）参照］

③ハロゲン化銀（AgX）

フッ化銀AgFのみ水に溶ける。その他は難溶性。　［第2章3②（第8講）参照］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　演習問題

1　次の文を読み，設問(1)～(5)に答えよ。

ケイ素(Si)は，[A]個の価電子を持ち，炭素と同族の元素であり，地表の岩石中に[ア]に次いで多く含まれる。単体のケイ素は[イ]結合により，正四面体の単位構造が三次元的に配置した結晶であり，炭素原子で構成される[ウ]と同様の構造をとる。高純度なケイ素の単体は，[エ]の原料として集積回路や太陽電池などに用いられる。

二酸化ケイ素は，四面体構造(図1)が三次元的に配置した結晶である。ここで酸素原子は2個のケイ素原子に共有されるので，Si：O＝1：2(ケイ素原子1個あたり$4\times\frac{1}{2}$個の酸素原子)となるため，結晶はSiO_2という組成式で示される。

二酸化ケイ素は化学的には安定だが，(a)フッ化水素と反応させると，全てのSi－O結合がより安定なSi－F結合に置き換わり，気体となる。また(b)フッ化水素酸とも反応する。二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱融解すると，図2の化合物が生成する。これに水を加えて加圧下で加熱すると，粘性の大きな[B]が得られ，さらに希塩酸を加えるとケイ酸($SiO_2\cdot nH_2O$)が析出する。これを乾燥させると[C]になる。その表面はヒドロキシ基で覆われた多孔質であるため，単位質量に対し[オ]が非常に大きく，水分や色素の吸着剤として使われる。

岩石の主成分は，単位構造(図1)が連結した構造に様々な金属イオンが結合したケイ酸塩である。例えば，石綿は単位構造が鎖状に連結し，雲母などは炭素の同素体である[カ]に似た層状の構造をとる。長石や沸石などは単位構造が三次元的に連結している。

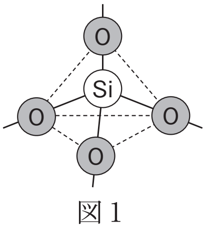


図1

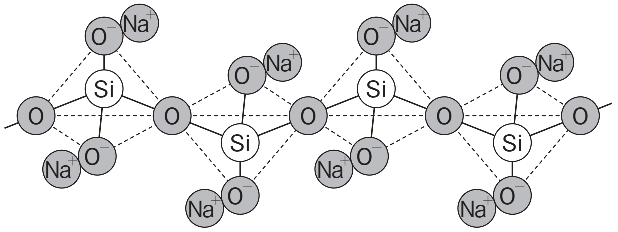


図2

(1)　空欄[A]～[C]にあてはまる最も適切な語句，または数字を記せ。

(2)　空欄[ア]～[カ]にあてはまる最も適切な語句を次の語群から選び，番号で答えよ。

①　アルミニウム　②　酸素　③　窒素　④　イオン　⑤　水素
⑥　共有　⑦　ファンデルワールス　⑧　ダイヤモンド　⑨　黒鉛
⑩　フラーレン　⑪　カーボンナノチューブ　⑫　金属　⑬　半導体
⑭　高分子　⑮　直径　⑯　表面積　⑰　分子量

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　下線(a)の化学反応で生じるケイ素化合物の構造式(あ)と化学反応式(い)を示せ。

(4)　下線(b)の化学反応式を示せ。

(5)　波線部の考え方を応用して，図2の化合物の組成式を示せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章をよみ，以下の問1～4に答えよ。

フッ素，塩素，臭素，ヨウ素はハロゲンである。これら4種のハロゲンの単体は，二原子分子として存在する。①ハロゲンの単体はいずれも電子を奪う力が大きく，酸化力が強い。ヨウ素の単体は常温・常圧では黒紫色の結晶として存在し，②液体状態を経由せず気体になりやすい。密閉容器の中に③ヨウ素I_2と水素H_2の混合気体を入れ加熱すると反応し，ヨウ化水素を生じる。

問1　下線部①について，ハロゲンの単体は種類によって酸化力の強さが異なる。水溶液中で，以下に記す反応(1)，(2)が右に進む場合には→，左に進む場合には←，反応しない場合には×を記せ。

(1)　$2KBr + Cl_2$ [　　] $2KCl + Br_2$

(2)　$2KCl + I_2$ [　　] $2KI + Cl_2$

問2　文中の下線部②に示したように，固体から直接気体になる状態変化を何というか。

問3　次の(1)～(3)の記述において，上記4種のハロゲンの化合物すべてに当てはまる場合には○を記せ。当てはまらない場合には，当てはまらない化合物すべてを化学式で記せ。

(1)　ハロゲン化銀は，水に溶けにくい。

(2)　ハロゲン化水素の水溶液は，ガラスびんに保存できる。

(3)　ハロゲン化水素の水溶液は，強酸である。

問4　下線部③の反応は，触媒を添加すると比較的低温で進行することが知られている。一般的な触媒のはたらきについて，【　】内の語句をすべて用いて簡潔に説明せよ。

【活性化エネルギー　反応速度　反応エンタルピー】

第12講　確認テスト

1　2族元素とその化合物に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　ベリリウムを除く2族元素をアルカリ土類金属といい，互いによく似た性質を示す。

②　2族元素の単体はすべて，アルカリ金属元素の単体と同様に炎色反応を示す。

③　水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じるが，さらに二酸化炭素を通じると白色沈殿は溶ける。

④　単体のマグネシウムは熱水に溶けるが，硫酸マグネシウムは水に溶けにくい。

⑤　硫酸バリウムは水によく溶け，レントゲン撮影の造影剤として用いられる。

2　次のa～eのいずれの記述にも該当しないハロゲン元素の単体または化合物を，下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

a　水溶液が弱い酸性を示し，ガラスを腐食する。

b　塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を加熱したときに生じる。

c　水にはほとんど溶けないが，ヨウ化カリウム水溶液に溶解して褐色の溶液になる。

d　常温・常圧の下で液体状態として存在し，水に少し溶ける。

e　白色の固体であるが，光によって分解して黒色に変化する。

①　AgCl　　②　Br_2　　③　Cl_2　　④　HF　　⑤　HCl　　⑥　I_2　　⑦　なし

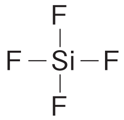
第12講　演習問題

1

(1)　A　4　　B　水ガラス　　C　シリカゲル

(2)　ア　②　イ　⑥　ウ　⑧　エ　⑬　オ　⑯　カ　⑨

(3)　(あ)



(い)　SiO_2 ＋ $4HF$ $\longrightarrow$ SiF_4 ＋ $2H_2O$

(4)　SiO_2 ＋ $6HF$ $\longrightarrow$ H_2SiF_6 ＋ $2H_2O$

(5)　Na_2SiO_3

2

問１　(1)　→　　(2)　←

問２　昇華

問３　(1)　AgF　　(2)　HF　　(3)　HF

問４　反応エンタルピーは変化させないが，活性化エネルギーを小さくし，反応速度を大きくするはたらき。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　確認テスト

1　③

【解説】

①　2族元素はすべてアルカリ土類金属である

②　ベリリウムとマグネシウムは炎色反応を示さない

③　二酸化炭素の検出に用いられている

④　硫酸マグネシウムは水に溶ける

⑤　硫酸バリウムは水に難溶

2　③

【解説】

①　e　　②　d　　③　該当なし　　④　a　　⑤　b　　⑥　c